

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-245709

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

H01J 37/22
G06T 7/00
// H01L 21/66

(21)Application number : 08-049314

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.03.1996

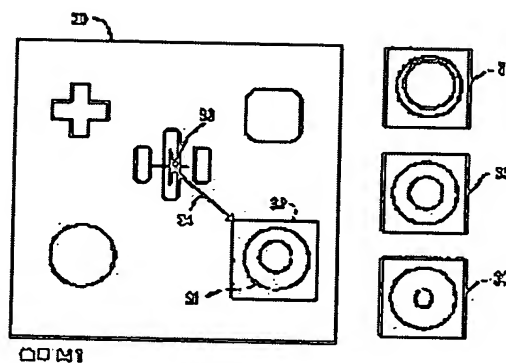
(72)Inventor : YAMAGUCHI SATOSHI
KOMURO OSAMU

(54) SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably detect a pattern slightly different from a registered pattern of the same design.

SOLUTION: Several patterns in a sample image 30 are registered as models 35, 36 and 37 respectively. Furthermore, observation magnification, observation conditions and an offset 34 relative to a target position 33 in the sample image 30 are registered. When a pattern is detected, the registered observation magnification and observation conditions are recreated, and a pattern similar to models 35, 36 or 37 is detected from several patterns in the sample image 30, and the target position 33 in the sample image 30 is detected by using the position and offset of a detected pattern.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3333680

[Date of registration] 26.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-245709

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J 37/22	5 0 2		H 0 1 J 37/22	5 0 2 H
G 0 6 T 7/00			H 0 1 L 21/66	J
// H 0 1 L 21/66			G 0 6 F 15/62	4 0 5 B
			15/70	4 5 5 A

審査請求 未請求 請求項の致7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-49314

(22) 出願日 平成8年(1996)3月6日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 山口 聡

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株

式会社日立製作所計測器事業部内

(72) 発明者 小室 修

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株

式会社日立製作所計測器事業部内

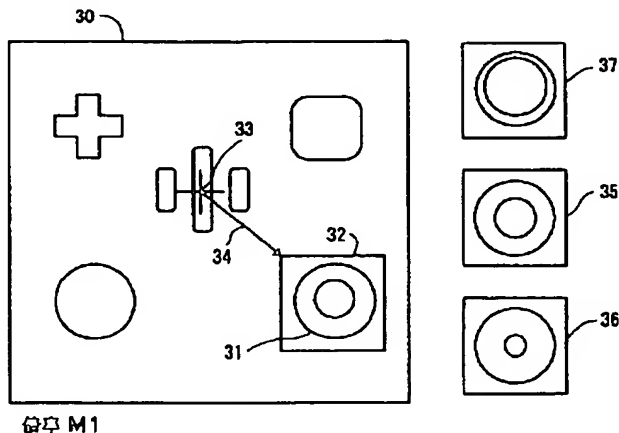
(74) 代理人 弁理士 平木 祐輔

(54) 【発明の名称】 走査電子顕微鏡

(57) 【要約】

【目的】 設計上は同じパターンであるが登録時とわずかに異なって観察されるパターンを安定して検出できるようにする。

【構成】 試料像30中の複数のパターンを各々モデル35、36、37として観察倍率、観察条件及び試料像中の目的位置33に対するオフセット34とともに登録する。パターン検出時、登録された観察倍率及び観察条件を再現し、モデル35、36又は37を用いて試料像の中からモデルに類似するパターンを検出し、検出されたパターンの位置とオフセットを用いて試料像中の目的位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、モデルを記憶する手段と、前記試料像の中から前記モデルに類似するパターンを検出する手段と、検出された前記パターンとの間の既知の位置関係を用いて前記試料像中の目的位置を検出する手段とを備える走査電子顕微鏡において、
前記モデルとして複数のパターンを記憶していることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 2】電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、前記試料像中の複数のパターンを各々モデルとして登録する登録手段と、試料像の中から前記モデルに類似するパターンを検出する手段と、検出された前記パターンとの間の既知の位置関係を用いて前記試料像中の目的位置を検出する手段とを備えることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 3】電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、前記試料像中の複数のパターンを各々モデルとして観察倍率、観察条件及び前記試料像中の目的位置に対するオフセットとともに登録する登録手段と、前記登録された観察倍率及び観察条件を再現する手段と、試料像の中から前記モデルに類似するパターンを検出する手段と、検出された前記パターンの位置と前記オフセットを用いて前記試料像中の目的位置を検出する手段とを備えることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 4】前記試料像中で前記複数のモデルの各々に対して最も類似したパターンの位置及びその類似度を求める手段を備え、前記類似度が最も高いパターンの位置及びそれに対応するオフセットを用いて前記試料像中の目的位置を検出することを特徴とする請求項 3 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 5】前記登録手段によって登録された試料像中の所定のパターンに対する異なるモデルのうちの 1 つを基準モデルとして、該基準モデルと他のモデルとの間の類似度を求め、各モデルを前記類似度が高い順に順位付けする手段を備え、
最初前記試料像の中から前記基準モデルに類似するパターンの検出を行い、前記基準モデルに類似するパターンを検出できないとき、前記順位付けされた順番で前記モデルを用い、前記試料像の中から該モデルに類似するパターンの検出を行うことを特徴とする請求項 3 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 6】検出されたパターンと前記基準モデルの類似度を求める手段と、前記類似度により検出されたパターンの異常を自動判定する手段を備えることを特徴とする請求項 5 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 7】前記試料像中の目的位置に対して異なる複

数位置のパターンをモデルとして各々登録し、各モデルによって検出される少なくとも一つのパターン位置からの距離によって前記目的位置を検出すること特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の走査電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、電子線を試料に走査し、走査に伴って試料から放出される二次電子信号を検出して試料表面の情報を画像化する走査電子顕微鏡に関し、特に半導体集積回路上のパターン検査位置を自動決定することが可能な走査電子顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の半導体素子の高集積化に伴い、微細化した回路パターンの観察、検査には走査電子顕微鏡が用いられるようになってきている。半導体製造ラインで用いられる走査電子顕微鏡は、他の装置と同様に人による発塵を抑えるために、また処理能力向上のために自動化が進められている。ウェーハ上の目的のパターンを自動で測定するためには、ステージ移動によっておおよその位置に観察視野を移動し、その観察視野の中から測定パターンの位置を正確に求め、その位置に視野移動し、測定するという手順を踏む。測定パターンの正確な位置は、予めガイドとなる特徴的なパターンを含むモデルを登録しておき、パターン認識によって検出したモデル位置からの距離によって決定する。移動した視野で目的のパターンが検出できないときは、周辺に視野移動して再びパターン検出を実行する。

【0003】従来の装置は、特開平 6 - 2 3 1 7 1 5 号公報に記載されているように、上記のガイドとなるパターンを含むモデルを唯一つ登録し、そのモデルを用いて目的の測定パターンの位置を決定しようとするものであった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】走査電子顕微鏡で得られる画像は、装置自体の状態（例えば電子ビームや増幅回路のノイズ等）によって、また試料に電子ビームを照射することより蓄積された電荷によって不安定になる。またウェーハ上に形成された回路パターンは、設計上、製造工程上同じパターンであっても半導体製造装置や製造条件、各チップごとにわずかに異なっている。そのためモデル登録時の画像とパターン検出時の画像は完全に一致したものにはならず、パターン検出するときには登録時とは若干異なったパターンを検出しなければならないことが生じる。

【0005】従来の技術は、唯一つの登録モデルでパターン検出するものであるが、上で述べたように登録時と若干異なったパターンを検出するために、登録モデルと検出パターンの類似度に幅を持たせる必要があった。唯一つの登録モデルで目的のパターンを検出する場合、この類似度の範囲設定が難しく、この範囲が最適に設定さ

れていないとパターンを検出できなかったり、誤ったパターンを検出するといった問題があった。

【0006】また、観察の初期視野が登録時の視野とずれていてモデルとして登録したパターンが初期視野に無いと、測定位置を決定することができなかった。さらに、半導体回路のパターンは、メモリセルやコンタクトホールのような繰り返しパターンを含むものが多いが、このような繰り返しパターンを含む視野では特定のパターンの位置を唯一決定することができなかった。

【0007】また、半導体製造ラインでは、最適な製造条件（例えば、ステッパの露光時間、フォーカス値の変化量など）を求める目的で各チップごとに条件を変化させたテスト用のウェーハ（以下、条件出しウェーハという）を作成する。この条件出しウェーハの検査にも走査電子顕微鏡が使用されるが、条件出しウェーハの各チップごとに観察されるパターンは、最適な製造条件からずればずれるほど、設計寸法と大きく異なるパターンとなる。この条件出しウェーハのような形状変化の大きいパターンを、唯一の登録モデルによって全チップにわたってすべて検出することは難しいものであった。

【0008】本発明の目的は、設計上は同じパターンであるが登録時とわずかに異なって観察されるパターンを安定して検出することにある。本発明の他の目的は、繰り返しパターンを含む観察視野の特定のパターンの位置を唯一検出することにある。また、本発明の他の目的は、条件出しウェーハにおけるような形状変化の大きいパターンを安定に検出して自動測定又は異常パターンの検出を可能にすることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る走査電子顕微鏡は、自動測定実行時に予想される様々な装置の状態や試料の観察状態、半導体製造装置や製造条件、ウェーハ上の各チップごとのパターンの形状変化等を考慮した複数のモデルを登録する。

【0010】これらのモデルによってパターン検出を実行し、例えば検出されたパターンとそれぞれの登録モデルとの類似度の中で、最も類似度の高いパターンによって測定位置を決定する。あるいは、複数のモデルによってパターン検出を実行する際、登録時に基準モデルに対して求めておいた順位に従って検出を実行し、目的のパターンが検出された時点で検出を打ち切ることによって検出処理の高速化を図る。

【0011】登録視野で測定位置に対して異なった位置のガイドとなるパターンを含むモデルを複数登録しておく、観察視野中に同一パターンを多く含む場合にであっても複数の検出パターン位置から登録時に記憶しておいた測定位置とのオフセットによって測定位置を唯一検出することが可能となる。すなわち、本発明の走査電子顕微鏡は、電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段

と、モデルを記憶する手段と、試料像の中からモデルに類似するパターンを検出する手段と、検出されたパターンとの間の既知の位置関係（オフセット）を用いて試料像中の目的位置（測定位置）を検出する手段とを備える走査電子顕微鏡において、モデルとして複数の画像を記憶していることを特徴とするものである。

【0012】また、本発明による走査電子顕微鏡は、電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、試料像中の複数のパターンを各々モデルとして登録する登録手段と、試料像の中からモデルに類似するパターンを検出する手段と、検出されたパターンとの間の既知の位置関係を用いて試料像中の目的位置を検出する手段とを備えることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明による走査電子顕微鏡は、電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、試料像中の複数のパターンを各々モデルとして観察倍率、観察条件及び試料像中の目的位置に対するオフセットとともに登録する登録手段と、登録された観察倍率及び観察条件を再現する手段と、試料像の中からモデルに類似するパターンを検出する手段と、検出されたパターンの位置とオフセットを用いて試料像中の目的位置を検出する手段とを備えることを特徴とするものである。

【0014】試料像中の目的位置の検出は、複数のモデルの各々に対して試料像中の最も類似したパターンの位置及びその類似度を求め、類似度が最も高いパターンの位置及びそれに対応するオフセットを用いて検出することができる。試料像中の目的位置の検出は、また、試料像中の所定のパターンに対する異なる登録モデルのうちの1つを基準モデルとし、この基準モデルと他のモデルとの間の類似度を求めて各モデルを前記類似度が高い順に順位付けし、最初に基準モデルを用いてパターン検出を行い、基準モデルによってはパターン検出ができないとき、他のモデルを順位付けされた順番で用いてパターン検出を行い、検出されたパターンの位置及びそれに対応するオフセットを用いて検出するようにしてもよい。

【0015】このとき、検出されたパターンと基準モデルの類似度を検出することにより、検出されたパターンの異常を自動判定するようにすることもできる。すなわち、検出されたパターンと基準モデルとの類似度が予め定められた基準より低い場合には、検出されたパターンを異常であると判定する。試料像中の目的位置に対して異なる複数位置のパターンをモデルとして各々登録し、各モデルによって検出される少なくとも一つのパターン位置からの距離によって目的位置を検出するようにしてもよい。この場合には、ステージ移動直後の初期視野に目的のパターンが含まれる可能性が高くなり、測定パターンを高倍率で観察することが可能になる。また、初期視野に目的のパターンがないとき観察視野を周辺に移動

して画像を取り直す回数も減らすことができる。さらに、異なる2つ以上のモデルからのオフセットによって目的位置を検出するようにすることにより、観察視野に繰り返しパターンが含まれている場合であっても特定の目的位置を唯一検出することができる。

【0016】本発明によると、複数の登録モデルによって検出を実行することで、設計上同じパターンであるが登録時とわずかに異なって観察されるパターンを安定して検出することができるため、半導体製造ラインで検査装置として使用される走査電子顕微鏡による自動検査の信頼性を向上させることができる。半導体製造工程上避けることのできないウェーハ上の回路パターンのわずかな形状変化、走査電子顕微鏡自体の検出器や増幅回路による像質変化、またチャージアップなど観察試料の物性に起因する像質変化を複数のモデルによってパターン検出することで吸収することが可能となる。また、形状変化の大きいパターンを検出することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明による走査電子顕微鏡の概略図である。電子銃1より放射された電子ビーム2は、偏向コイル3によって偏向された後、倍率レンズ（対物レンズ）4により細く絞られ、ステージ6上の試料ウェーハ5に照射される。倍率レンズ4は、ホストコンピュータ13より制御可能な倍率レンズ制御回路21によって制御される。また、試料ウェーハ5上の走査範囲及び走査位置は、偏向信号発生器8によって発生され、偏向増幅器7によって増幅されて偏向コイル3に供給される偏向信号によって変えることが可能である。

【0018】電子ビーム2の入射により試料ウェーハ5から放出された二次電子は検出器9で検出され、検出器9のアナログ電気信号はA/D変換器10でデジタル信号に変換された後、画像メモリ11に記憶される。この画像メモリ11の内容は、常にD/A変換器12によってデジタル信号からアナログ信号に変換され、CRT20の輝度信号としてグリッドに印加される。このときA/D変換器10、画像メモリ11、D/A変換器12は、画像信号をA/D変換して記憶し、更にD/A変換して画像表示するためのタイミング信号を偏向信号発生器8より受け取る。CRT20の偏向コイル19は、偏向信号発生器8の偏向信号にしたがって偏向増幅器18によって励磁される。

【0019】CRT20上に表示されるカーソルの表示位置は、マウス14の位置信号を受けたホストコンピュータ13からの信号によって移動させることが可能である。このとき表示されるカーソルは、測定位置26を指定するクロスカーソル27（図2）と、ガイドとなるパターン31をモデルとして登録するための範囲を指定するエリアカーソル32（図3）である。ホストコンピュータ13は、逆にCRT20上に表示されるカーソルの

位置情報を取得できる。

【0020】画像処理装置16は、画像メモリ11とは別の画像メモリ17を有し、D/A変換器12からのアナログ信号を内部でA/D変換して画像メモリ17に記憶する。画像処理装置16は、画像メモリ17中の画像データの全部又は一部を読み込むことができ、ホストコンピュータ13で取得したクロスカーソル27の位置情報及びエリアカーソル32の位置情報から画像メモリ17の対応する位置の画像データを読み込むことができる。ホストコンピュータ13は、マウス14又はキーボード15からの登録信号を受けるたびに再度エリアカーソル32を表示し、エリアカーソルで指示される領域をモデルとして前記の手順で画像処理装置16の画像メモリ17に読み込む。

【0021】次に、図1の走査電子顕微鏡を用いて、測定パターンの位置及び登録パターンを指定する方法、登録モデルを保存する方法について説明する。まず、目的とする測定パターンを含む試料ウェーハ5をステージ6に載せ、電子ビーム2を照射して、図2に示すようにCRT20上に画像25を表示する。次に、画像25上の目的とする測定パターン26にマウス14を用いてクロスカーソル27を合わせ、ホストコンピュータ13に測長位置の登録指示を出す。ホストコンピュータ13は、CRT20上のクロスカーソルの位置情報を取得し保存する。次に、図3に示すようにエリアカーソル27を表示し、ガイドとなるパターン31を含む画像30の範囲にマウス14を用いてエリアカーソル32を合わせ、その位置に対応する画像データを画像メモリ17から読み込み登録モデルとする。

【0022】登録モデル、クロスカーソル27の位置情報、エリアカーソル32と測定位置のオフセット34、観察倍率及び観察条件は、ホストコンピュータ13に記憶される。ここで観察条件とは、試料を観察する際の走査電子顕微鏡の制御条件であり、例えば、電子ビーム2を加速するための加速電圧や、倍率レンズ4を制御する倍率レンズ電流値、画像信号を画像メモリ11に記憶する際の重ね合わせの枚数（フレーム数）等である。

【0023】観察条件のみを変化させて複数のモデルを登録する場合は、エリアカーソル32の位置を固定し、観察条件を変えて画像を取り込み直し、上述の手順でモデルを登録し、オフセット、観察条件と共にホストコンピュータ13に記憶する。このとき、観察倍率は変更していないので、オフセット34は一定である。通常は、最も製造条件のよいガイドパターンの画像を最も画像状態の良い観察条件で取り込んで基準モデル35として登録し、次に同じパターンの画像を観察条件を少しずつ変化させて取り込み、それを別のモデル36、37として登録する操作を繰り返す。基準モデルは、登録した複数のモデルの中から、最も画像状態のよい観察条件のモデルや最も製造条件のよいモデルなどを、あとでマウス1

4又はキーボード15からの入力信号によって選択することで決定してもよい。この基準モデル35の選択後、基準モデル35とその他のモデル37、36との類似度を求め、類似度の高いモデルから順位を付け（ここではモデル35、36、37の順）、登録モデルごとの観察条件やオフセットと共にホストコンピュータ13にすべて記憶する。もちろん観察倍率も記憶する。

【0024】異なる位置のパターンをガイドとしてモデル登録する場合は、図4に示すように、測定パターンの位置43をクロスカーソルで指定し、その位置情報を保存した後、エリアカーソルでガイドとなる複数のパターン（図4ではパターン40、41、42）を指定し登録モデル（47、48、49）とする。クロスカーソルとエリアカーソルの登録モデルごとのオフセット（44、45、46）もそれぞれホストコンピュータ13に記憶する。このとき、それぞれの登録モデルの観察条件は同じになる。

【0025】複数の登録モデルを用いて目的の測定パターンの位置を決定する手順を、図3の登録モデル（35、36、37）を用いて図7のフローチャートにより説明する。ホストコンピュータ13は、自動測定が実行されると登録したすべての又は任意の数のモデルを画像処理装置16に転送する（S901）と同時に、それぞれの登録モデルに対して記憶されている観察倍率及び観察条件を再現し（S902）、画像を取り込むための信号を偏向信号発生器8に送る。偏向信号発生器8からの画像を表示するためのタイミング信号によって、A/D変換器10、画像メモリ11、D/A変換器12の順に画像を取り込み（S903）、画像信号はCRT20及び画像処理装置16に送られる。画像処理装置16は画像メモリ17に画像データを取り込み、まず1つの登録モデル（例えば基準モデル35）を用いてパターン検出を実行する（S904）。

【0026】全てのモデルによる検出が終了していない場合には（S905）、次の登録モデル36を選択し（S906）、その観察倍率及び観察条件を再現してパターン検出を実行する。同様の操作を全てのモデルによる検出が終了するまで反復する。観察倍率及び観察条件が同じモデルの場合は画像の再取込みは行わない。その後、検出されたパターンと登録モデルとの類似度をそれぞれ比較して、最も類似度の高いモデルを決定し（S907）、そのモデルのオフセットによって測定位置を決定する（S908）。

【0027】ここで類似度とは正規化相関によって求められる相関係数を意味し、図8に示すような画素数Nの画像80上の位置（X，Y）におけるモデル82との対応部分81の相関係数 $r(X, Y)$ は、次の（数1）によって求められる。式中、 P_{ij} は画像上の点（X+i，Y+j）における濃度値、 M_{ij} はモデル内の点（i，j）における濃度値である。

【0028】

【数1】

$$r(X, Y) = \frac{\left[N \sum_{ij} P_{ij} M_{ij} - \left(\sum_{ij} P_{ij} \right) \left(\sum_{ij} M_{ij} \right) \right]}{\sqrt{\left[N \sum_{ij} P_{ij}^2 - \left(\sum_{ij} P_{ij} \right)^2 \right] \left[N \sum_{ij} M_{ij}^2 - \left(\sum_{ij} M_{ij} \right)^2 \right]}}$$

【0029】図3に示した複数の登録モデルを用いて目的の測定パターンの位置を決定する手順の他の例を、図10のフローチャートにより説明する。ホストコンピュータ13は、自動測定が実行されると登録したすべての又は任意のモデルを画像処理装置16に転送する（S1001）と同時に、それぞれの登録モデルに対して記憶されている観察倍率及び観察条件を再現し（S1002）、画像を取り込むための信号を偏向信号発生器8に送る。偏向信号発生器8からの画像を表示するためのタイミング信号によって、A/D変換器10、画像メモリ11、D/A変換器12の順に画像を取り込み（S1003）、画像信号はCRT20及び画像処理装置16に送られる。画像処理装置16は画像メモリ17に画像データを取り込み、まず基準モデル35を用いてパターン検出を実行する（S1004）。基準モデル35によってガイドとなるパターンが検出されると（S1005）、ホストコンピュータ13は記憶されているオフセット34を用いて目的の測定パターン22の位置を決定する（S1006）。

【0030】ステップ1005でパターンが検出されなかった場合、ホストコンピュータ13は画像処理装置16に転送された全ての登録モデルによるパターン検出が終了したかどうかを判定し（S1007）、まだモデルが残っている場合には次に基準モデルと類似度の高い登録モデル36を選択し（S1008）、その観察倍率及び観察条件を再現する（S1002）。その後、同様にして画像を取り込み（S1003）、再び取り込まれた画像内でパターンを検出を実行する（S1004）。観察倍率及び観察条件が同じモデルの場合は、画像の再取込みは行わない。

【0031】以上の手順を繰り返し、パターンが検出された時点で検出処理を打ち切ることにより、検出処理の高速化を図る。ステップ1007で全てのモデルによるパターン検出が終了してもガイドパターンと一致したパターンが検出されなかった場合は警報を出して（S1009）、終了する。この方法によるとまた、半導体製造ラインの製造条件を求めるためのテスト用ウェーハ（条件出しウェーハ）の形状変化の大きいパターンでも、条件ごとのパターンを複数登録することによって、モデルによる自動測定が可能となる。

【0032】製造条件又は観察条件等によってガイドパターンが登録時と若干異なるパターンとして観察された

場合のパターン検出手順を、図3及び図5を用いて説明する。パターン31をガイドパターンとして登録を行うが、製造条件又は観察条件を変えた複数のモデル35～37を登録する。このとき、製造条件又は観察条件が最適なモデル35を基準モデルとして選択しておく。自動測定実行時、登録したガイドパターンが製造条件の変化によって、パターン50(図5)のように変化して観察されたとする。このとき登録モデル35ではパターン50は検出できない場合があるが、モデル36によって再びパターン検出を実行し、パターン50が検出されれば測定位置53を決定することができる。また、このとき登録モデル36によって検出したパターン50の位置で、基準モデル35を用いて類似度を求める。この類似度に対して予め閾値を決めておき、この閾値以下であればパターン50は異常パターンであることを判定することができる。

【0033】次に、倍率を変えて複数のモデルを登録した例を、図3と図6を用いて説明する。前記のように図3の低い観察倍率M1でパターン31をモデル35として登録し、このときの観察倍率M1をオフセット34と共にホストコンピュータ13に記憶する。次に、マウス14又はキーボード15より倍率変更命令を受けたホストコンピュータ13は、倍率レンズ制御回路21に倍率変更信号を出す。倍率レンズ制御回路21は倍率レンズ4の電流値の変更し、観察倍率M2に設定する。このときの画像を図6に示す。この画像でモデル60とオフセット61、観察倍率M2をホストコンピュータ13に記憶する。測定位置62は、図3の測定位置33とウェーハ上で同じ位置である。

【0034】自動測定が実行されるとホストコンピュータ13は記憶されている観察倍率M1を前記の手順で再現し、画像処理装置16はモデル35を用いてパターン31を検出する。パターン31の位置情報とオフセット34より測定位置33を決定し、偏向コイル3によって測定位置33が画像の中心となるように視野を移動する。次に、再現された観察倍率M2の画像上でモデル60によってパターン検出し、オフセット61を用いて測定位置62が決定される。

【0035】モデルとして複数の異なる位置のパターンを登録し、そのモデルを用いて目的の測定パターンの位置を決定する手順を図4、図5、図7及び図11のフローチャートを用いて説明する。図4に示すように、測定パターンの位置43に対して異なる位置の形状の異なるパターン40、41、43がモデル47、48、49として登録されているとして、図5のような観察視野で登録モデルをモデル47、48、49の順に用いてパターン検出を行う。

【0036】ホストコンピュータ13は、自動測定が実行されると、登録されているモデル47、48、49を画像処理装置16に転送する(S1101)と同時に、

記憶されている観察倍率及び観察条件を再現し、画像を取り込むための信号を偏向信号発生器8に送る。偏向信号発生器8からの画像を表示するためのタイミング信号によって、A/D変換器10、画像メモリ11、D/A変換器12の順に画像を取り込み(S1102)、画像信号はCRT20及び画像処理装置16に送られる。画像処理装置16は画像メモリ17に画像データを取り込み、まず登録モデル47を選択し(S1103)、パターン検出を実行する(S1104)。

【0037】パターン50が変形していたりして登録モデル47によってガイドとなるパターンが検出されない場合(S1105)、次の位置のモデル48を選択し(S1106)、そのモデル48によってパターン検出を実行する(S1104)。モデル48によってガイドとなるパターン51が検出されると、そのオフセット55より測定パターンの位置53を決定する。このように、1つの位置の登録モデルでパターン検出ができなかった場合でも、その他の位置の登録モデル48、49でガイドとなるパターン51、52が検出されれば、オフセット55、56より測定位置53を決定することができる。

【0038】また、ステージ6の駆動によって観察視野に移動された試料ウェーハ5の観察視野は、図7に示すように登録時の観察視野(図4)とずれたものとなる場合がある。この観察視野70でも、登録モデル47、48でガイドパターンを検出することはできないが、登録モデル49を用いるとガイドパターン71が検出され、検出位置72とホストコンピュータ13に保存されているオフセット46によって目的の測定パターンの位置73を決定することができる。このとき画像の取り込みは一度でよく、登録した全ての又は任意のモデルによってパターン検出を実行することが可能であり、パターンが検出された時点で検出処理を打ち切る。従来方法によると、図7のように観察視野がずれた場合、登録モデル47のみでガイドパターンを検出しようとしても初期視野70ではパターンが検出されず、周辺に視野移動してパターンを視野に入れないと検出されない。

【0039】以上説明した例では、登録モデル、クロスカーソルの位置情報、エリアカーソルと測定位置のオフセット、観察倍率、観察条件等を走査電子顕微鏡のホストコンピュータ13に記憶した。しかし、複数の走査電子顕微鏡をネットワーク接続したシステムにおいては、これらの情報をネットワーク上の記憶装置に記憶しておき、複数の走査電子顕微鏡で共通に利用するようにすることも可能である。

【0040】図12は、複数の走査電子顕微鏡をネットワークで接続したシステムの概念図である。この例では、走査電子顕微鏡92、93、94がネットワーク90で接続されている。ネットワーク90に接続された記憶媒体91上の情報は、それぞれの走査電子顕微鏡9

2, 93, 94から読み出したり書き込んだりすることができる。登録モデル、クロスカーソルの位置、エリアカーソルと測定位置のオフセット、観察倍率、観察条件等を記録したファイルは記憶媒体91に格納され、各走査電子顕微鏡のホストコンピュータ13は必要に応じてファイルの内容をダウンロードして利用することができる。なお、登録モデルの画像が個々の走査電子顕微鏡の機差を反映して各々の走査電子顕微鏡ごとに少しずつ異なる場合には、登録モデルは個々の走査電子顕微鏡によって取り込まれたものを、それぞれの走査電子顕微鏡に内蔵されている記憶媒体92a, 93a, 94aに記憶して利用し、クロスカーソルの位置、エリアカーソルと測定位置のオフセット、観察倍率、観察条件等の情報のみを共通化して記憶媒体91に格納するようにしてもよい。

【0041】

【発明の効果】本発明によると、複数の登録モデルによって検出を実行することで、登録時とわずかに異なって観察されるパターンでも安定して検出することができ、半導体製造ラインで検査装置として使用される走査電子顕微鏡による自動測定信頼性を向上させることができる。

【0042】また、異なった位置のガイドとなるパターンを含むモデルを複数登録することで、ステージ移動後、初期視野に目的のパターンが含まれる可能性が高くなり、測定パターンを高倍率で観察することが可能になる。また、周辺に観察視野を移動して画像を取り直す回数も減り、自動測定処理能力を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】走査電子顕微鏡のブロック図。

【図2】クロスカーソルによる測定パターン指定例を示す説明図。

【図3】エリアカーソルによるガイドパターン指定例と登録した複数のモデルを示す説明図。

【図4】エリアカーソルによる異なる位置のガイドパタ

ーン指定例と複数の登録モデルを示す説明図。

【図5】測定パターンの検出例を示す説明図。

【図6】高倍率での測定パターンの検出例を示す説明図。

【図7】初期視野の例を示す図。

【図8】パターン類似度を説明する図。

【図9】複数の観察条件の登録モデルによるパターン検出の一例のフローチャート。

【図10】複数の観察条件の登録モデルによるパターン検出の他の例のフローチャート。

【図11】複数の異なる位置の登録モデルによるパターン検出のフローチャート。

【図12】複数の走査電子顕微鏡をネットワーク接続したシステムの概念図。

【符号の説明】

1…電子銃、2…電子ビーム、3…偏向コイル、4…倍率レンズ、5…試料ウェーハ、6…ステージ、7…偏向増幅器、8…偏向信号発生器、9…二次電子検出器、10…A/D変換器、11…画像メモリ、12…D/A変換器、13…ホストコンピュータ、14…マウス、15…キーボード、16…画像処理装置、17…画像メモリ、18…偏向増幅器、19…偏向コイル、20…CRT、21…倍率レンズ制御回路、25…画像、26…測定パターン、27…クロスカーソル、30…画像、31…ガイドとなるパターン、32…エリアカーソル、33…測定位置、34…オフセット、35, 36, 37…登録モデル、40, 41, 42…ガイドとなる複数のパターン、43…測定位置、44, 45, 46…オフセット、47, 48, 49…登録モデル、50, 51, 52…検出パターン、53…測定位置、55, 56…オフセット、60…登録モデル、61…オフセット、62…測定位置、70…初期視野、71…ガイドパターン、72…検出位置、73…測定位置、80…画像、82…モデル、90…ネットワーク、91…記憶媒体、92, 93, 94…走査電子顕微鏡、92a, 93a, 94a…記憶媒体

【図2】

【図3】

【図5】

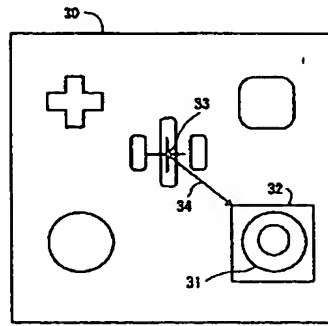
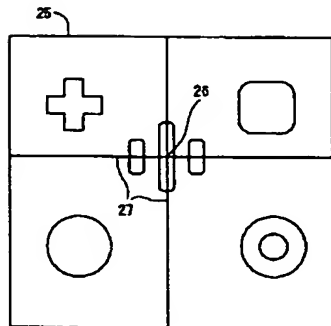
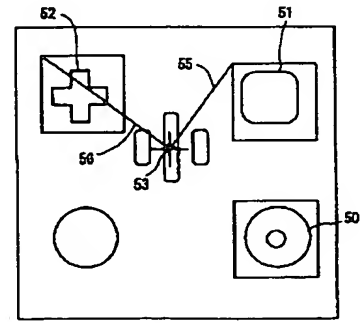
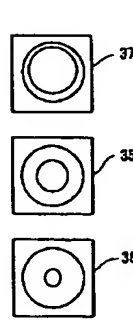
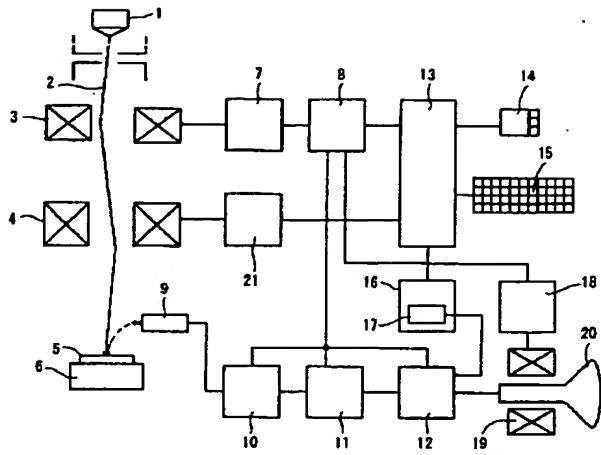


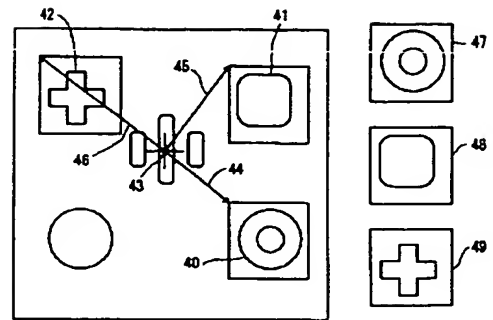
図 1



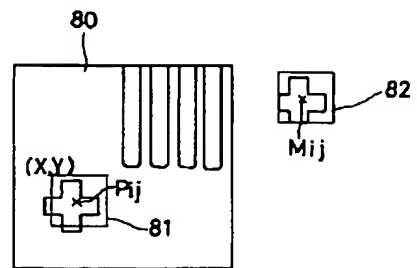
【図 1】



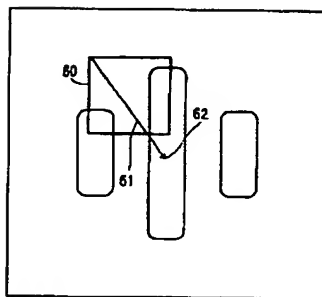
【図 4】



【図 8】

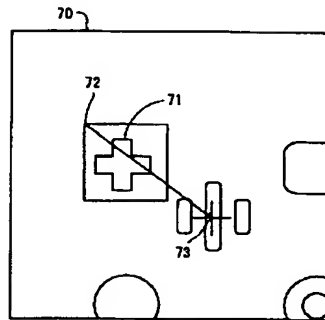


【図 6】

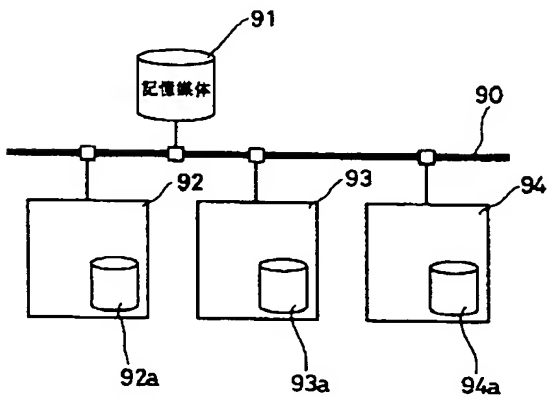


倍率 M2

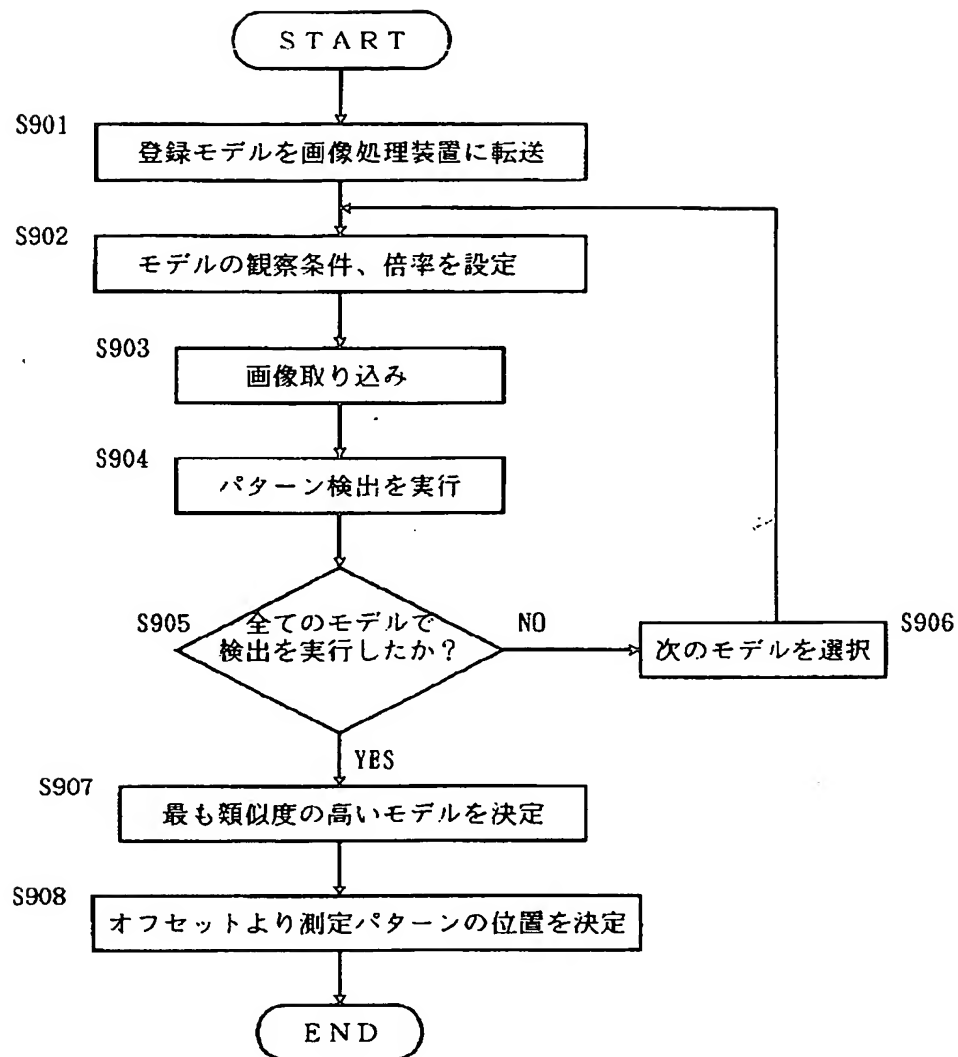
【図 7】



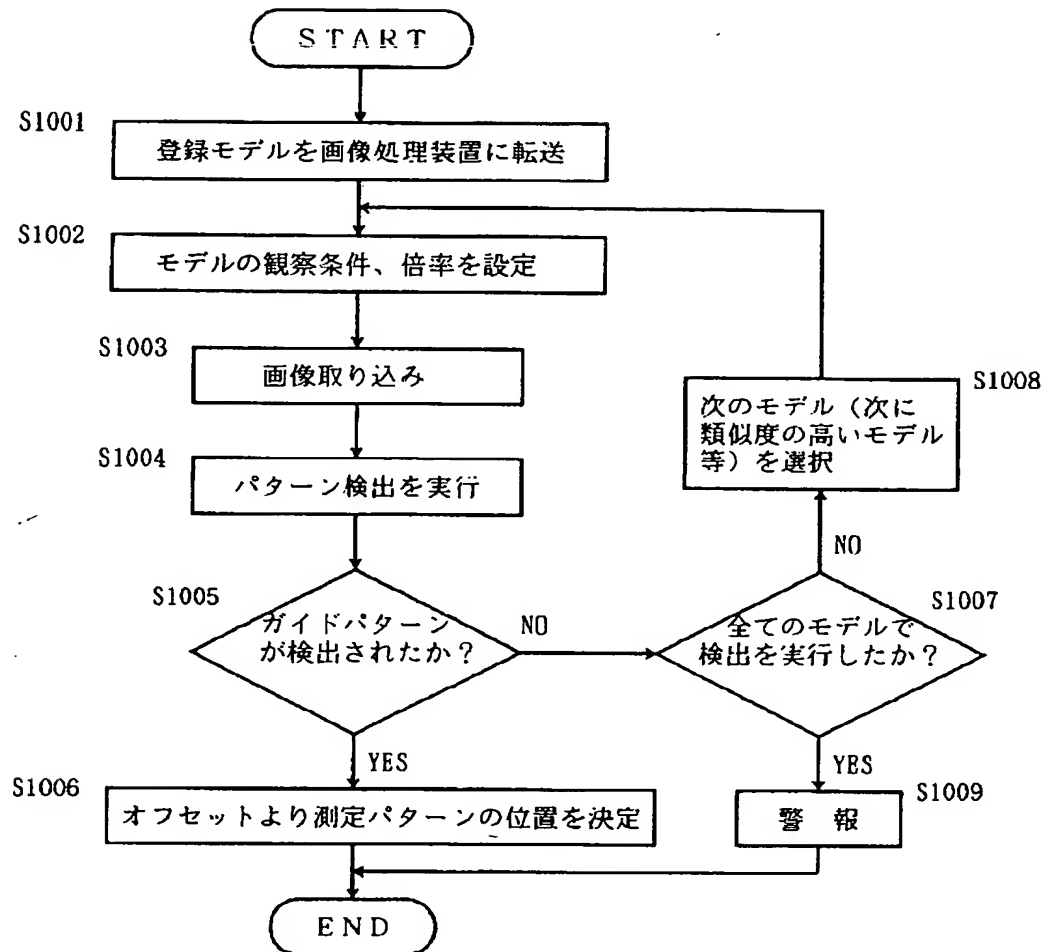
【図 12】



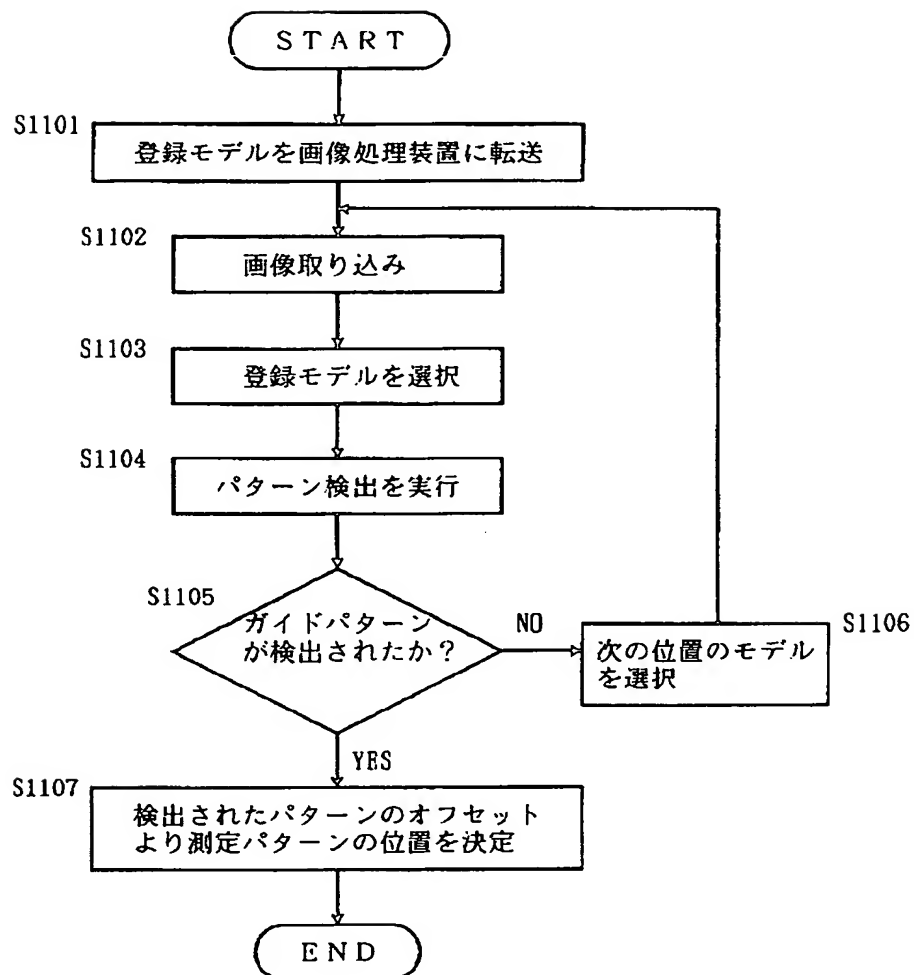
【図 9】



【図10】



【図 1 1】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成 13 年 3 月 16 日 (2001. 3. 16)

【公開番号】特開平 9-245709

【公開日】平成 9 年 9 月 19 日 (1997. 9. 19)

【年通号数】公開特許公報 9-2458

【出願番号】特願平 8-49314

【国際特許分類第 7 版】

H01J 37/22 502

G06T 7/00

// H01L 21/66

【F I】

H01J 37/22 502 H

H01L 21/66 J

G06F 15/62 405 B

15/70 455 A

【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 8 月 12 日 (1999. 8. 12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、モデルを記憶する手段と、前記試料像の中から前記モデルに類似するパターンを検出する手段と、検出された前記パターンとの間の既知の位置関係を用いて前記試料像中の目的位置を検出する手段とを備える走査電子顕微鏡において、

前記モデルとして複数のパターンを記憶していることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 2】電子線によって試料を走査する手段と、試料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、前記試料像中の複数のパターンを各々モデルとして登録する登録手段と、試料像の中から前記モデルに類似するパターンを検出する手段と、検出された前記パターンとの間の既知の位置関係を用いて前記試料像中の目的位置を検出する手段とを備えることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 3】電子線によって試料を走査する手段と、試

料から放出された二次電子信号により試料像を形成する手段と、前記試料像中の複数のパターンを各々モデルとして観察倍率、観察条件及び前記試料像中の目的位置に対するオフセットとともに登録する登録手段と、前記登録された観察倍率及び観察条件を再現する手段と、試料像の中から前記モデルに類似するパターンを検出する手段と、検出された前記パターンの位置と前記オフセットを用いて前記試料像中の目的位置を検出する手段とを備えることを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 4】前記試料像中で前記複数のモデルの各々に対して最も類似したパターンの位置及びその類似度を求める手段を備え、前記類似度が最も高いパターンの位置及びそれに対応するオフセットを用いて前記試料像中の目的位置を検出することを特徴とする請求項 3 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 5】前記登録手段によって登録された試料像中の所定のパターンに対する異なるモデルのうちの 1 つを基準モデルとして、該基準モデルと他のモデルとの間の類似度を求め、各モデルを前記類似度が高い順に順位付けする手段を備え、

最初前記試料像の中から前記基準モデルに類似するパターンの検出を行い、前記基準モデルに類似するパターンを検出できないとき、前記順位付けされた順番で前記モデルを用い、前記試料像の中から該モデルに類似するパターンの検出を行うことを特徴とする請求項 3 記載の走査電子顕微鏡。